TRAVAUX SCIENTIFIQUES

DU

D[r] A. ZIMMERN

2[e] FASCICULE (1925-1930)

PARIS
A. MARETHEUX ET L. PACTAT
1, RUE CASSETTE

1931

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17

TRAVAUX SCIENTIFIQUES

2ᵉ FASCICULE (1925-1930)

I

OUVRAGE DIDACTIQUE

Diagnostic et Thérapeutique électroradiologiques des Affections du Système nerveux (en collaboration avec J.-A. Chavany.) 1 vol. de 654 pages avec 254 figures. Masson et Cⁱᵉ, éditeurs, Paris 1930.

Ce livre est destiné à compléter les traités classiques de neurologie clinique qui, en raison de l'abondance de la matière purement clinique, ne peuvent accorder aux méthodes de diagnostic et de traitement empruntées à l'électrologie et à la radiologie qu'une mention trop brève.

Nous avons conçu cet ouvrage non comme une simple synthèse bibliographique impersonnelle, mais pour la majeure partie comme l'expression sincère d'une expérience acquise dans notre service (¹), où nous avons pu étudier et mettre à l'épreuve la plupart des méthodes diagnostiques et thérapeutiques que nous décrivons, et où nous avons élaboré la part contributive que nous avons apportée à un certain nombre de questions : électrodiagnostic, chronaximétrie, réflexe galvano-psychique, électromyographie, ionisation, radiothérapie radiculaire, goitre exophtalmique, etc.

(¹) Institut municipal d'Électro-Radiologie.

II

PHYSIQUE ET PHYSIQUE MÉDICALE

Chronaximètre Brillouin-Zimmern [construit par la Compagnie générale de Radiologie]. (*Société d'électrothérapie*, avril 1930; *Société de biologie*, mai 1930; *Journal de radiologie et d'électrologie*, juillet 1930.)

Étant donnée la difficulté qu'il y a, si l'on utilise un appareil mécanique, à obtenir des ondes rectangulaires de très courte durée, nous avons pensé, L. Brillouin et moi, qu'il serait intéressant de construire *un appareil entièrement électrique*, capable de fournir des ondes rectangulaires aussi longues ou aussi brèves qu'on le désire.

Si l'on part de la courbe de courant donnée par la décharge d'un condensateur dans une résistance, ces deux éléments étant étalonnés avec soin, de manière que la constante de temps soit exactement connue, la décharge se fait suivant une loi exponentielle, et la variation du courant (ou du voltage V en fonction du temps) est représentée par une courbe telle que celle de la figure 1. Le courant fourni par le circuit de décharge n'est pas utilisé directement, mais ce circuit est relié à une combinaison de lampes amplificatrices qui, d'une part, par la saturation, d'autre part, par l'annulation de leur courant, ont le rôle suivant : découper une mince zone, comprise entre les valeurs voisines V_1 et V_2 du voltage, et l'agrandir considérablement. Lorsque le voltage V est inférieur à V_1, les lampes ne débitent aucun courant; lorsqu'il est supérieur à V_2, le courant débité est constant, quelle que soit la valeur de V. Le résultat est alors de déduire de la courbe exponentielle une courbe presque rectangulaire, représentée à la partie inférieure de la figure 1. Le courant débité est d'abord nul, puis à l'instant t_0 ce courant passe brusquement à la valeur i_m maximum; il reste à cette valeur tant que V est supérieur à V_2; mais dans sa décroissance exponentielle le voltage V revient, au bout d'un certain temps, à la valeur V_2, puis à V_1, puis au-dessous de V_1; le courant débité tombera donc de i_m à zéro pendant le temps que V passe de V_2 à V_1; ensuite ce courant i restera nul.

En principe, tout se réduit donc à ceci : découper dans la courbe exponentielle une mince tranche comprise entre

$$V_1 \text{ et } V_2 = V_1 + \Delta V$$

et amplifier ensuite cette tranche.

Nous distinguerons, dans ce chronaximètre, trois parties essentielles :

a) Le circuit à décharge exponentielle, qui commande toute l'installation ;

b) Les circuits à lampes, qui transforment la courbe exponentielle en une courbe rectangulaire ;

c) Le circuit d'utilisation.

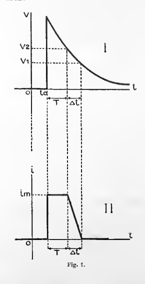


Fig. 1.

1° Circuit à décharge exponentielle.

Le premier circuit comprend essentiellement une batterie, de voltage V, un condensateur C, et une résistance R (fig. 2). Au moyen d'un commutateur, on commence par charger la capacité C au voltage V (commutateur D sur le plot 1); puis on passe rapidement sur le plot 2, et l'on décharge la capacité dans la résistance R. La constante de temps est donnée par la formule classique.

$$\tau = CR.$$

La différence de potentiel V_{ab} est prise entre les points A et B. Avant la manœuvre du commutateur, les deux points A et B sont au même potentiel, V_{ab} est nul; lors-

qu'on ferme le commutateur sur le plot 2, la différence de potentiel entre A et B est d'abord égale à la charge V du condensateur, puis décroît exponentiellement. Le sens

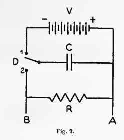


Fig. 2.

de la pile est indiqué sur la figure 2, et le point A est relié à la masse de l'appareil. La variation de voltage de B se fait donc du côté des volts négatifs (fig. 3)

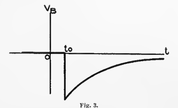


Fig. 3.

2° Circuits à lampes, pour la transformation de la courbe.

Nous avons exposé ci-dessus le rôle que devaient jouer les circuits à lampes; nous allons voir maintenant comment obtenir pratiquement le résultat désiré, c'est-à-dire la transformation d'une courbe exponentielle en une courbe rectangulaire. Rappelons d'abord brièvement les propriétés des lampes amplificatrices; ces lampes comprennent un filament chauffé par une batterie séparée, et deux électrodes différentes, la grille et la plaque; les électrons émis par le filament parviennent à ces électrodes, mais le nombre d'électrons reçus par la plaque, par exemple, dépend essentiellement de la valeur du potentiel de la grille interposée. La figure 4 donne l'allure de la variation du courant i_p reçu sur la plaque, en fonction du potentiel V_g de la grille (c'est ce qu'on appelle la *courbe caractéristique* de la lampe); la plaque est supposée maintenue à un

potentiel positif par rapport au filament. Le courant i_p est nul tant que V_g est inférieur à une certaine valeur minimum V_o; quand V_g passe de V_o à V_s, le courant augmente très rapidement; lorsque V_g dépasse la valeur V_s, le courant reste constant, égal au *courant de saturation* i_s.

Le dispositif que nous avons employé comporte deux lampes; c'est le montage

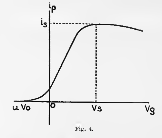


Fig. 4.

connu sous le nom d'amplificateur à résistances avec contre-batterie; mais le mode de fonctionnement est très différent de celui d'un amplificateur ordinaire, parce que les variations de voltage des diverses électrodes des lampes sont très grandes, de sorte que

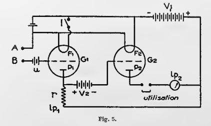


Fig. 5.

les points de fonctionnement sortent considérablement des limites usuelles, et pénètrent très loin dans les zones courbes des caractéristiques.

Le circuit du condensateur est connecté aux points A et B (fig. 6) et le sens de la batterie de ce circuit a été choisi tel que, pendant une décharge, le voltage du point B se déplace vers les volts négatifs; une petite batterie u est intercalée entre B et la grille G_1 de la première lampe; nous verrons plus loin quel est son rôle. La plaque P_1 de cette première lampe est reliée par une résistance r au pôle positif d'une batterie V_1.

Lorsqu'un courant i_1 passe entre F_1 et P_1, le voltage de la plaque P_1 se trouve égal à $V_1 - ri_1$; la plaque P_1 est reliée par une contre-batterie V_2 à la grille G_2 de la seconde lampe ; cette dernière grille est donc au potentiel $V_1 - ri - V_2$. Le courant d'utilisation est celui fourni par la plaque P_2 de la seconde lampe, plaque que l'on relie à la batterie V_1.

Les variations de voltage ou de courant, aux différents points de l'appareil, sont

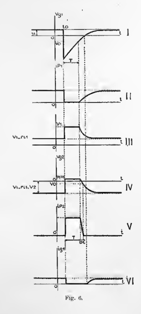


Fig. 6.

représentées sur la figure 6. La première courbe (fig. 6, I) donne la variation de potentiel de la grille de la première lampe ; la décharge du circuit à condensateur et résistance (entre A et B), superposée à la tension fixe u, nous fournit cette courbe dont la pointe est dirigée vers le bas.

Tant que la grille G_1 est à un potentiel supérieur à V_0, il passe un courant entre F_1 et P_1, ainsi qu'on le voit sur la courbe caractéristique (fig. 4) ; lorsque le potentiel de G_1 devient inférieur à V_0, ce courant est interrompu, il se rétablit ensuite progressivement

tandis que la grille remonte de V_0 à u; nous obtenons donc, pour la variation du courant i, passant de F_1 à P_1, la courbe (6, II). Le voltage de la plaque P_1 est donné, nous l'avons dit, par $V_1 - ri_1$; sa variation est représentée figure 6, III; ce potentiel part d'une valeur modérée, monte brusquement à la valeur V_1 lorsque le courant i_1 est interrompu, et revient ensuite peu à peu à sa valeur initiale. Cette courbe présente déjà un palier caractérisé, mais la chute finale est lente. Le rôle de la seconde lampe sera de couper nettement la fin de la courbe.

Le potentiel de la seconde grille est égal au potentiel de P_1 diminué d'une quantité fixe V_2. Cela nous donne la courbe figure 6, IV, identique à la courbe figure 6, III, avec un déplacement $- V_2$ des ordonnées. Le potentiel de G_2 part donc d'une valeur fortement négative, monte brusquement, figure un palier, et redescend à une valeur négative. Entre le filament F_2 et la plaque P_2 de la seconde lampe, le courant ne peut passer que lorsque la grille G_2 est à un potentiel supérieur à V_0. On voit aussitôt que la variation du courant sera représentée par la courbe figure 6, V; le courant est nul au début, monte brusquement à une certaine valeur, et y reste fixe pendant le temps T; il tombe ensuite rapidement à zéro en un temps très court Δt.

Les meilleures conditions de fonctionnement sont réalisées lorsque la section, au milieu de la courbe exponentielle initiale, se produit de façon que T soit à peu près égal à la constante de temps τ. Ce résultat s'obtient par le réglage de la pile u. La durée T (fig. 6, I) est le temps pendant lequel la grille de la première lampe est à une tension inférieure à V_0; au moyen du réglage de u on amènera T à être très peu différent de τ. Il ne circule de courant entre la grille G_1 et le filament F_1 que lorsque le potentiel de G_1 est positif; or, pendant toute la partie utile de la décharge, la grille G_1 est nettement négative; aucun courant ne passera donc de F_1 à G_1 (courbe fig. 6, VI); la lampe ne produira pas de shunt parasite sur le circuit à condensateur, et la durée de la décharge sera réglée uniquement par les valeurs des capacités et résistances étalonnées.

3° Circuit d'utilisation et usage de l'appareil.

Pour l'utilisation pratique il faut, outre la durée de la décharge, pouvoir régler aussi l'intensité du courant débité; ceci s'obtient avec une lampe à saturation.

Le circuit d'utilisation comprend un ampèremètre, le muscle à étudier, et une lampe diode auxiliaire L_3 dont le filament est chauffé par une batterie b bien isolée, avec un rhéostat K en série (fig. 7). Le réglage de ce rhéostat permet de doser très exactement le chauffage du filament de la lampe diode, et de régler ainsi l'intensité du courant de saturation. La batterie commune V_1 est fixe, et de tension assez élevée pour que la diode L_3 *soit à saturation* pendant la décharge. Le courant débité ne dépend alors que du chauffage du filament. De petites variations de V_1 sont sans influence; la résistance du circuit d'utilisation, ou les forces électromotrices de polarisation qui peuvent s'y produire, ne joueront non plus aucun rôle. Tant que la batterie V_1 est assez puissante pour maintenir aux bornes de la lampe L_3 une tension qui provoque la

saturation, c'est uniquement le chauffage du filament F_3 qui règle le courant débité.

Ces conditions très simples pourront être d'une grande utilité; en particulier l'indépendance par rapport aux petites variations de V_1 permettra d'employer comme source de tension un redresseur. Le schéma d'ensemble de l'appareil s'établit donc finalement, comme nous l'indiquons sur la figure 7.

Lorsqu'on veut mesurer une chronaxie, les différentes opérations à faire sont les suivantes :

Pour la mesure de la *rhéobase*, il est indispensable de faire débiter à l'appareil un courant constant. Pour cela, le plus simple est de connecter directement les plots 1 et 2;

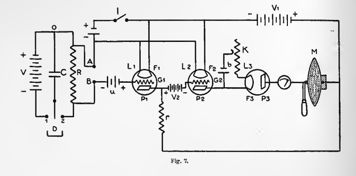


Fig. 7.

on maintient ainsi la grille de la première lampe à un voltage fortement négatif, ce qui interrompt son courant filament-plaque. La seconde lampe débite alors son courant constant, tout comme dans la durée de palier de la courbe V (fig. 6). On règle l'intensité du courant au moyen du chauffage de la diode L_3.

Il faut ensuite doubler l'intensité de ce courant, ce qui se fait en augmentant le chauffage de la diode L_3, et suivant les indications du milliampèremètre. Il est avantageux, pendant cette opération, de ne pas laisser le courant passer à travers le muscle; ceci peut être fait bien aisément, car le courant de saturation de la diode est tout à fait indépendant de la résistance du circuit extérieur; on a donc combiné les contacts de l'appareil de manière que ce dédoublement se fasse sur un circuit local ne passant pas par le muscle.

Les différentes manœuvres et changements de connexions sont réalisés automatiquement par un commutateur à 2 positions « rhéobase » et « chronaxie ».

Expériences de contrôle.

L'appareil a été vérifié par l'inscription des courbes de courant; pour plus de commodité, cette inscription a été faite tout d'abord pour des décharges lentes, d'une durée de une seconde environ.

Une de ces courbes est reproduite sur la figure 8. A côté de la courbe de courant, on voit l'inscription d'un compteur donnant approximativement le 1/5 de seconde; une antre inscription est fournie par le courant d'entretien d'une lame vibrante (64 vibrations par seconde).

Le début de la décharge est extrêmement brusque, et lance l'équipage de l'inscripteur, qui effectue quelques oscillations, car il n'est pas assez amorti; on voit ensuite un palier prolongé, suivi d'une chute très rapide.

On vérifie facilement que la durée du palier est bien indépendante de l'intensité du courant débité.

Les vérifications précédentes portent sur des décharges lentes, durant une seconde

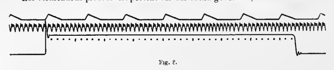


Fig. 8.

environ; mais l'intérêt de l'appareil, c'est qu'il doit donner des résultats réguliers même lorsque la durée de la décharge descend en dessous du millième ou du dix-millième de seconde. La vérification expérimentale est alors plus délicate; une série d'expériences de contrôle nous ont permis de nous assurer du parfait fonctionnement de l'appareil.

Tout d'abord, on a pu observer, sur un *oscillographe cathodique*, la forme de la courbe de décharge, pour des durées de l'ordre du dix-millième de seconde; cette courbe garde très sensiblement l'aspect qu'elle a pour des durées plus longues.

Une série de mesures a été faite, en envoyant le courant débité par l'appareil dans un galvanomètre balistique. Cet instrument donne une déviation proportionnelle à la quantité totale d'électricité débitée. Supposons que la décharge soit exactement rectangulaire, c'est-à-dire consiste en un courant constant i durant un temps T. la quantité Q d'électricité débitée est alors

$$Q = iT;$$

elle doit être proportionnelle à la durée T de la décharge, donc à la constante de temps τ du circuit du condensateur.

La figure 9 reproduit les résultats d'une série de mesures; on a porté en ordonnées les impulsions du galvanomètre balistique, qui sont proportionnelles aux quantités d'électricité Q; en abscisses figurent les constantes de temps τ qui s'échelonnent entre

0,2 et 10 dix-millièmes de seconde. Les différentes courbes correspondent à différentes valeurs du courant i. Les points s'alignent très exactement sur des droites, mais celles-ci ne passent pas tout à fait par l'origine, et convergent plutôt en un point un peu antérieur, de sorte que la loi expérimentale serait

$$Q = i\,(T - \Theta),$$

la correction Θ étant de l'ordre de 2 cent-millièmes de seconde. Ce défaut provient de la self-induction du cadre du galvanomètre balistique; *si l'appareil débitait sur une résistance pure, il donnerait une courbe de courant sensiblement rectangulaire.*

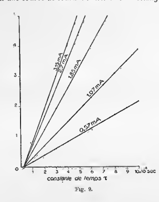


Fig. 9.

Réalisation pratique : appareil alimenté par le réseau alternatif.

L'appareil tel qu'il est représenté sur la figure 7 comporte un certain nombre de batteries; il nous a semblé avantageux de les supprimer, et de les remplacer par des redresseurs à tension constante, alimentés par le secteur alternatif.

Les lampes sont alors des lampes de T. S. F. chauffées par le courant alternatif, et les batteries V et V_1 sont remplacées par des redresseurs à tension constante, de 150 et 500 volts respectivement. Un transformateur à plusieurs enroulements fournit toutes les tensions nécessaires, et se trouve sur la gauche de l'appareil. Les faibles ondulations de ces sources sont sans aucune influence sur le fonctionnement de l'appareil, grâce à l'emploi de la lampe L_3 à saturation.

Les manettes de commande sont disposées sur la face antérieure de l'appareil. De gauche à droite, on aperçoit le milliampèremètre, la commande K du chauffage du filament de la diode L_3, puis un commutateur permettant le passage de la rhéobase à

la chronaxie. Sur position chronaxie, le schéma réalisé est celui de la fig. 7; sur position rhéobase, le contact 1-2 est fermé, et l'appareil débite un courant constant.

Une poire pneumatique, mue au pied, permet la manœuvre d'un basculeur à

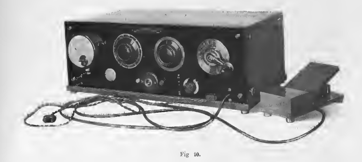


Fig. 10.

mercure. Lorsqu'on est sur position rhéobase, ce basculeur sert à ouvrir ou fermer le circuit d'utilisation; sur position chronaxie, il ouvre et ferme le circuit de charge du condensateur (commutateur D).

Plus à droite, un commutateur permet le changement de capacité, et un rhéostat

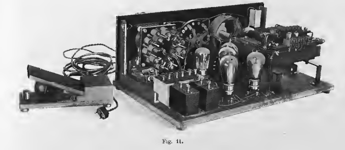


Fig. 11.

à plots la graduation de la résistance destinée à modifier la constante du temps RC.

Cette position des différentes manettes a été conçue pour qu'une recherche de chronaxie puisse se faire très rapidement. On commence d'abord par rechercher la rhéobase.

Pour cela on place le commutateur sur la position rhéobase, et l'on cherche (au moyen du réglage K de la diode L_3) l'intensité donnant le seuil d'excitation ; chaque manœuvre de la pédale pneumatique donne alors un courant constant et prolongé.

La rhéobase trouvée et lue au milliampèremètre, on double l'intensité en agissant sur le même rhéostat K. Cette manœuvre se fait sans que le malade reste en circuit. Il suffit ensuite de tourner le commutateur sur la position chronaxie.

On cherche alors, en diminuant la capacité et la résistance, le seuil d'excitation. Les valeurs de la résistance ne sont pas inscrites sur l'appareil, mais la position de la manette est repérée par un chiffre auquel on se reporte sur un tableau d'étalonnage qui donne directement en secondes et en fractions de seconde la durée du courant rectangulaire débité.

Ce chronaximètre permet la mesure de durées variant entre la seconde et 5/100.000e de seconde.

Il permet d'atteindre des intensités supérieures à 40 mA. Nous avons retrouvé par son emploi les valeurs normales de la chronaxie chez l'homme, déterminées par Bourguignon.

Sur une nouvelle méthode de production de l'hérapathite. (*C. R. Ac. des Sc.*, 3 mai 1926.)

Production de surfaces polarisantes par dépôt d'hérapathite sur lames verticales [en coll. avec Max Coutin]. (*C. R. Ac. des Sc.*, 17 mai 1926.)

J'ai poursuivi mes recherches sur l'hérapathite avec l'arrière-pensée que cette substance, polarisateur bien supérieur à la tourmaline, pourrait avoir un intérêt industriel, et qu'on pourrait également en tirer des indications précieuses sur le mode de formation des cristaux en général.

J'ai étudié pour cela et soumis à l'expérience de nombreux procédés de réaction de l'Iode sur le composé alcoolo-acétique de quinine, et me suis définitivement arrêté à celui qui consiste à faire agir la vapeur d'iode sur la solution quinique dans des conditions bien définies de température. L'action lente de la vapeur d'iode permet aux cristaux d'hérapathite de progresser à la surface de la solution mère et de conserver sur une certaine étendue leur homogénéité et leur orientation initiales.

Grâce à cette technique, j'ai pu obtenir sur verre des dépôts homogènes. Les cristaux ainsi produits permettent d'isoler des plages d'hérapathite régulières, transparentes et d'orientation uniforme atteignant plus de 5^{mm} de côté.

Sous ces dimensions, ces plages peuvent déjà être utilisées pratiquement dans la construction de certains appareils d'optique, tels que jumelles, microscopes, lunettes, pinces à tourmaline, etc.; ce qui laisse envisager la possibilité de remédier à la rareté croissante du spath.

Mais j'ai pu obtenir mieux encore depuis, car, en opérant en cuves verticales et en en réglant convenablement l'écoulement de la solution quinique et l'arrivée de l'iode, on peut réaliser des surfaces polarisantes de *plusieurs centimètres* de côté, d'épaisseur et d'orientation cristallographiques invariables.

Je signalerai que M. Bovis a eu recours à des cristaux ainsi préparés pour son travail sur l'étude spectrographique des larges bandes d'absorption des halogènes [1].

La méthode que nous avons décrite paraît du reste susceptible d'être généralisée. Elle semble, en particulier, être applicable à la production synthétique de certains minéraux pouvant se former par voie gazeuse ou pneumatolytique.

[1] Bovis. — *Ann. de Phys.*, t. X, septembre 1928, p. 326.

III

RADIODIAGNOSTIC

LE RADIODIAGNOSTIC DE LA TUBERCULOSE

1. Radioscopie dans la tuberculose. (*Soc. d'Études scientifiques de la tuberculose*, 14 mai 1927, in *Revue de la Tuberculose*, décembre 1927.)

Cette communication a pour but de montrer que la radioscopie, grâce à la *sensibilité différentielle* de la rétine, peut dans certains cas avoir des avantages sur la radiographie.

On sait que la sensibilité différentielle ou sens photométrique consiste dans la faculté que possède la rétine de différencier de faibles écarts d'intensité entre deux plages lumineuses voisines. Pour Bouguer la fraction différentielle était 1/64; pour Aubert, 1/100. Mais ces nombres ne sont plus valables à la basse lumière de l'écran radioscopique. En basse lumière, la fraction différentielle s'accroît, c'est-à-dire que la sensibilité différentielle diminue. En haute lumière, la fraction différentielle augmente aussi, de sorte que la sensibilité différentielle, médiocre en basse lumière, décroissante en haute lumière, *passe par un maximum* pour une intensité lumineuse donnée. C'est ce maximum que l'on recherche en faisant varier l'intensité lumineuse de l'écran radioscopique pour percevoir au mieux les différences de teinte. Or ces différences de teinte sont bien utiles à rechercher. Une différence de teinte dans la zone d'alarme peut faire suspecter l'existence d'une zone congestive, d'une réaction pleurale, et ce qui fait la valeur de la radioscopie dans ce cas, c'est que la radiographie est incapable de nous fournir ce renseignement.

Les plages qui nous apparaissent lumineuses en radioscopie et sur lesquelles peut s'exercer la sensibilité photométrique de notre œil sont surexposées à la radiographie. Le degré de noircissement du cliché, nécessité pour la bonne perception des détails, masque les différences de densité, sans compter qu'au surplus vient s'ajouter également l'effet réducteur du rayonnement secondaire.

Ce sont ces différences de teinte qu'un œil exercé peut relever dans les champs pulmonaires, qui m'ont paru justifier l'importance de l'examen radioscopique. Mais, bien entendu, le cliché reste supérieur par les détails qu'il fournit et que notre acuité visuelle, insuffisante à la basse intensité de l'écran, ne nous permet pas de percevoir.

2. **La radiographie des lésions discrètes du poumon** [en coll. avec G. Arvanitakis]. (*Journal d'Electrologie et de Radiologie*, janvier 1931.)

La radiographie des lésions discrètes du poumon [en coll. avec G. Arvanitakis]. (*Soc. d'Etudes scientifiques de la tuberculose*, juin 1930; in *Revue de la tuberculose*, octobre 1930.)

Ce travail nous a été inspiré par la constatation de l'incompréhensible arbitraire qui préside à la confection des clichés pulmonaires. En fait, chaque radiologiste opère avec une technique personnelle qu'il s'est forgée par tâtonnements et qu'il conserve par habitude ; certains recherchent le plus souvent une belle image de préférence à une image utilisable. D'aucuns prétendent que les rayons mous l'emportent sur les rayons durs : deux ouvrages de nationalité différente enseignent l'un la technique des rayons mous (Bronkhorst), l'autre celle des rayons durs (Stephani) comme la plus parfaite.

Il est certain que cette diversité dans la technique n'est pas très lourde de conséquences lorsqu'on demande à la radiographie pulmonaire la traduction de grosses lésions, mais pour la recherche de lésions discrètes il nous a semblé que la technique ne pouvait comporter une trop grande liberté. Radiographier de fines lésions comme de grosses est en effet un non-sens. Cette question nous a paru d'importance, car elle touche au point de vue social puisqu'il s'agit du dépistage de la tuberculose, de la sélection dans les dispensaires, etc.

Tels sont les motifs qui nous ont incité à chercher à introduire un peu de systématisation dans la technique de la radiographie pulmonaire.

Les trois qualités exigées d'une radiographie pulmonaire sont : la définition, la richesse des détails et le contraste.

La *définition* est assurée par les tubes à foyer fin, la distance et le temps de pose. En fixant celui-ci au dixième de seconde, on corrige d'une façon pratiquement suffisante le flou résultant des mouvements respiratoires et des impulsions cardiaques.

La *richesse des détails* paraît bien être le privilège des rayons mous, en entendant par ce qualificatif non pas les rayons de 36 KV environ proposés par Chantraine, qui exigent une instrumentation spéciale et des tubes supportant des intensités insolites, mais des rayons de 60-70 KV. Des tensions supérieures donnent forcément du rayonnement diffusé qui voile l'image.

Pour objectiver l'importance de la qualité du rayonnement et la grandeur de l'influence nocive du rayonnement parasite, nous avons étudié comparativement les différentes modalités d'impression sur un « modèle matériel », composé d'une cuve d'eau représentant le parenchyme pulmonaire et d'une petite arête de sole plongée dans ce milieu, représentant l'arbre broncho-vasculaire.

De l'examen de tous les clichés, on déduit sans conteste la supériorité des rayons mous.

La réduction du rayonnement secondaire est capitale pour l'obtention *des*

contrastes. A cet égard, l'avantage des rayons mous est indéniable, car on sait que le noircissement dû aux rayons secondaires peut figurer pour 400 p. 100 du noircissement total. Ainsi lavée par les rayons mous, l'image cesse d'être contrastée. D'autre part, les contrastes n'atteignent toute leur valeur que si la région intéressante présente un noircissement convenable. Dans une série d'expériences, nous avons vérifié que celui-ci devait avoir une densité photographique voisine de 1 — 1,2.

Dans les recherches auxquelles nous nous sommes livré et pour lesquelles nous avons effectué plus de 2.000 clichés, nous avons constaté que les radiographes qui préconisent l'usage de voltages élevés, 120 140 KV, obtenaient en définitive des images assez semblables aux nôtres. Ceci s'explique par le fait qu'on ne parle généralement pas de la tension aux bornes du tube, mais de la tension lue au kilovoltmètre. Or celle-ci tient généralement compte de la chute de tension du branchement. mais non pas de la chute de tension au transformateur. Or, celle-ci, pour des intensités un peu élevées, 200 mA. par exemple, peut être considérable. Bien des appareils donnent ainsi une chute de tension totale qui peut atteindre 30 p. 100 de la tension initiale à vide. Il n'est donc pas surprenant qu'on obtienne ainsi des images satisfaisantes, la tension sous laquelle on croit travailler n'étant qu'une tension apparente, supérieure à la tension réellement appliquée aux bornes du tube.

Nos moyens de mesure courants de la tension sont du reste défectueux ; le kilovoltmètre au primaire ne tient pas compte de la chute de tension au transformateur. Seule l'étincelle équivalente en dérivation sur le tube, à condition d'utiliser des sphères, est digne de foi, mais elle donne la tension maxima, et celle-ci ne donne pas de renseignements sur la composition du faisceau, celui-ci étant, comme on sait, différent dans les appareils à kénotrons et les contacts tournants.

Pour évaluer d'une façon approchée la tension aux bornes du tube, nous avons proposé de recourir au test radiographique suivant : on fait avec une succession de tensions, dans les limites où les indications du radiochromomètre sont valables, une série d'images posées au radiochromomètre sous faible intensité pour éviter la chute de tension. A cette « échelle de dureté » on compare l'image du radiochromomètre obtenue avec l'intensité et la durée avec laquelle on effectue la radiographie pulmonaire. Cette comparaison permet de déterminer d'une manière suffisamment exacte la tension réelle sous laquelle travaille le tube.

Des considérations théoriques et expérimentales rassemblées et développées dans notre travail, nous avons tenté de déduire les règles d'une technique rationnelle susceptible de fournir l'image d'altérations discrètes du parenchyme pulmonaire.

Celle-ci doit viser à obtenir des clichés inscrivant tous les détails thoraciques normaux sous une parfaite définition, sous des rapports de densité égaux et sous le même noircissement fondamental.

Certains facteurs comme la distance anticathodique et le temps de pose peuvent être ainsi aisément standardisés. Quant au choix de la qualité des rayons, l'expérience nous a amené à adopter et à proposer, pour uniformiser la technique, un rayonnement correspondant à 5—5-6 Benoist.

Chez un sujet moyen, sous une tension de 65—70 KV. on doit toujours pouvoir obtenir avec 1/10e de seconde et à 1 m 20 une radiographie de densité convenable. Mais comme il n'existe pas que des sujets moyens et que l'on doit s'efforcer, malgré leur différence d'épaisseur et de transparence, d'éviter l'élévation de voltage, on aura recours de préférence à l'accroissement d'intensité, sans oublier toutefois que l'accroissement d'intensité a pour effet d'accroître la chute de tension et qu'il importe par conséquent de la compenser par un relèvement proportionnel de la tension à vide.

IV

RADIOBIOLOGIE ET RADIOTHÉRAPIE

SURRÉNALES

Sur la sensibilité de la surrénale aux rayons X. (*Bull. de l'Acad. de Médecine*, juin 1924.)

Radiobiologie et radiothérapie des surrénales. (*Bull. de l'Acad. de Médecine*, 8 novembre 1927.)

Radiobiologie et radiothérapie des surrénales. (*Œuvre médicale*, mars 1928.)

Radiothérapie et radiobiologie des aurrénalea [en coll. avec Mme Baude]. (*Presse médicale*, n° 19, 6 mars 1929.)

Thése, Mme Baude. Paris 1929.

Si la priorité de la radiothérapie surrénale revient à Wiesner et à Golubinin qui attaquérent ainsi des cas de maladie d'Addison, nous avons été les premiers, Cottenot et moi, à étudier les effets biologiques des rayons sur cette glande, qui semblait se dérober à la curiosité des radiologistes et à en proposer l'emploi dans certains cas d'hypertension. Nous renverrons pour cela au fascicule 1 de notre exposé (page 59).

Quelques auteurs ont cherché à vérifier nos résultats aussi bien cliniques qu'anatomiques et ont apporté des conclusions contradictoires. On peut cependant considérer comme étrange l'opinion négative de Lévy-Dorn qui sur un *sujet sain*, en état d'équilibre endocrinien, tente au moyen des rayons d'abaisser la tension artérielle alors que l'on sait la radio-résistance des glandes endocrines saines et en fonctionnement normal. Que dire encore des conclusions de Stéphan, issues de résultats consécutifs à l'irradiation *d'une seule* surrénale?

Sur le terrain physiologique, la recherche du taux de l'adrénaline dans le sang a donné lieu à des résultats contradictoires. C'est ainsi que Zunz et La Barre en pratiquant l'anastomose de Tournade-Chabrol ont trouvé, avec de faibles doses toutefois, non pas une action inhibitrice sur la sécrétion mais une augmentation de la quantité d'adrénaline et une élévation de la pression sanguine.

Sur le terrain anatomique, chez le cobaye, Hohlfelder et Peiper, avec des doses

supérieures à la dose érythème, trouvent ici des lésions assez accentuées, là des lésions à peine perceptibles et attribuent en conséquence à la surrénale une radiosensibilité très variable.

Comme Hohlfelder et Peiper, nous avions également observé de grandes différences chez le chien d'un animal à l'autre et nous avions d'abord pensé attribuer à la surrénale une importante aptitude régénératrice, grâce à laquelle les lésions pouvaient n'être que passagères.

Le défaut de toutes ces expériences de contrôle, c'est qu'elles ont été entreprises sur des glandes saines. Or, comme nous l'avons démontré pour la glande thyroïde, il faut des doses extrêmement élevées pour altérer une surrénale saine. Ce n'est qu'à l'état pathologique que la surrénale devient plus ou moins sensible. Et ce qui nous semble le mieux illustrer cette thèse, ce sont les observations où, chez des malades traités pour des affections étrangères à la surrénale, sont apparues des manifestations évidentes de l'atteinte de la glande. Dans le cas de Smithies, il s'agissait d'un sujet de cinquante-huit ans, chez lequel, à la suite d'une chute de cheval, on porta par erreur le diagnostic de sarcome des vertèbres dorsales et qu'on soumit par suite à de longues séances de radiothérapie pénétrante. Très rapidement, se développa un syndrome addisonien aigu typique qui amena en quatre mois la mort du malade. A l'autopsie d'une femme de cinquante-huit ans, irradiée pour cancer gastrique, Stephan trouva une nécrose complète du parenchyme cortical. Les surrénales avaient reçu par diffusion une dose voisine de 30 p. 100 HED. Deux cas analogues sont rapportés par Hohlfelder et Peiper. Dans l'un, il s'agissait d'un cancer du pancréas, dans l'autre, d'une métastase hépatique d'une tumeur du rectum qui reçurent des doses considérables de rayons X. Dans ces deux cas, on observa une insuffisance surrénale consécutive, avec asthénie et pigmentation, évidemment due à ce que les surrénales se trouvaient comprises dans le champ d'irradiation. Comme le font observer Hohlfelder et Peiper, ces accidents s'expliquent par le fait que les surrénales devaient, chez ces cancéreux au seuil de la cachexie, être en état de moindre résistance.

Il est infiniment vraisemblable que dans toutes les circonstances où la surrénale s'est trouvée frappée par de très fortes doses, fortuitement comme dans les cas de Smithies et de Hohlfelder, délibérément comme dans un cas de surrénalome (Vaquez-Laubry), l'action frénatrice résultante a dû s'exercer par l'atteinte directe du parenchyme glandulaire, rendu plus vulnérable par son altération pathologique.

Une sensibilité spéciale à l'action des rayons, créée par l'hyperplasie (hyperépinéphrie) ou l'hyperfonctionnement pathologique, peut encore facilement expliquer les effets thérapeutiques obtenus dans l'hypertension permanente, avec des doses moyennes étalées. Des résultats semblables obtenus dans des conditions de posologie analogues sur d'autres glandes, comme le corps thyroïde, répondent de cette manière de voir.

Mais cette hypothèse d'une action inhibitrice directe sur la glande en état d'altération fonctionnelle ne paraît pas représenter l'explication pathogénique unique des effets observés après l'irradiation surrénale. L'interprétation des effets des rayons sur la

surrénale se complique singulièrement du fait de la contiguïté de deux tissus, le tissu interrénal et la substance chromaffine, dont l'origine embryologique différente, la sensibilité propre, dénoncent des fonctions qui, tout en s'influençant réciproquement, sont évidemment distinctes. Aussi les relations qui unissent le système sympathique au tissu chromaffine de la surrénale nous ont-elles amené à déplacer notre premier point de vue et à rapporter l'action des radiations à une *influence sur le système neuro-végétatif*. C'est pour vérifier la réalité de cette influence que nous avons entrepris avec Chailley-Bert les recherches physiologiques que nous exposons ci-après.

SYSTÈME VAGO-SYMPATHIQUE.

Note préliminaire sur les modifications de l'excitabilité du système organo-végétatif sous l'influence des radiations [en coll. avec Chailley-Bert]. (*Bull. Acad. de Méd.*, 29 mai 1928.)

Nouvelle note relative à l'action biologique das rayons X sur la vague [en coll. avec Chailley-Bert]. (*Bull Acad. de Méd.*, 15 janvier 1929.)

Expériences pour déterminer l'action des radiations sur le système neuro-végétatif [en coll. avec Chailley-Bert]. (*Soc. de Radiol. méd. de France*, mars 1929.)

Action des radiations sur l'excitabilité vagale. (*Soc. de Biol.*, 9 mars 1929.)

1. — Nos recherches sur la radiosensibilité du système vago-sympathique se lient, comme on vient de le voir, à notre hypothèse d'une action sympathique dans les résultats cliniques de l'irradiation surrénale.

Il est reconnu que les éléments nerveux sont peu sensibles aux radiations, mais, lorsqu'on exprime cette vérité, on sous-entend qu'il s'agit de vulnérabilité anatomique. Du fait que les éléments nerveux et plus particulièrement les axones ne manifestent pas d'altération anatomique même aux fortes doses de rayons X, il ne s'ensuit pas que leur fonction ne puisse pas être touchée.

On ne trouve dans la littérature qu'un nombre à proprement parler négligeable de travaux relatifs aux effets biologiques des radiations sur le système nerveux vago-sympathique. Peut-être les difficultés expérimentales ou la complexité des phénomènes ont-elles rebuté bien des chercheurs.

Heinz Langer est l'un des rares physiologistes qui ait abordé le problème en expérimentant avec les rayons X sur le sympathique oculaire du chat. Ses résultats témoignent d'une diminution d'excitabilité.

Nous avons cherché à mettre en évidence l'action des rayons X et des ultra-violets sur l'excitabilité vagale et l'excitabilité sympathique en utilisant, d'une part, des tests cliniques, d'autre part, des tests physiologiques.

Les tests cliniques employés sont le réflexe galvano-psychique, l'oculo-cardiaque et le réflexe solaire. Mais comme, chez l'homme, il est difficile de dissocier ce qui appartient

au vague et au sympathique, nous avons étudié ensuite chez le chien l'action des rayons X sur le seul pneumogastrique isolé et mis à nu.

1° *Variations du réflexe galvano-psychique.* — D'une façon générale une exposition aux rayons X diminue l'amplitude de la déviation du galvanomètre. Mais le phénomène n'est pas constant. Sur 57 sujets nous avons eu 32 fois diminution, 8 fois augmentation, et 17 résultats douteux ou nuls.

La diminution, éventualité la plus fréquente, est parfois faible, 3 ou 4 divisions seulement mais le plus souvent très forte. Les doses très élevées et les doses très faibles donnent des résultats indéterminés. Les rayons ultra-violets agissent de la même manière que les rayons X, mais d'une façon moins puissante.

2° *Variations du réflexe solaire.* — On sait que dans l'excitation solaire le pouls tend à s'accélérer et la pression artérielle à s'élever. Sur 21 sujets nous avons inscrit le pouls et la pression au moyen de la capsule oscillographique de Pachon. L'exploration du réflexe solaire nous a donné 9 fois une diminution, 8 résultats nuls et 4 fois une augmentation.

Ces deux tests, le galvano-psychique et le réflexe solaire, se contrôlant ainsi l'un l'autre, il faut donc admettre que les radiations, rayons X et ultra-violet agissent sur l'excitabilité sympathique, la diminuant le plus souvent, l'augmentant quelquefois.

3° *Expériences sur l'animal.* — Nous avons d'abord irradié au moyen des rayons X le cou d'un chien simplement endormi au chloralose. On assiste alors à une phase initiale d'excitation : accroissement des oscillations du pouls, ralentissement du rythme cardiaque, puis, dans une seconde phase, on voit les oscillations diminuer d'amplitude et le pouls qui de 117 était tombé à 93, par exemple, remonter progressivement jusqu'à 136.

De cette manière évidemment on ne sait pas au juste ce que l'on irradie. Est-ce le vague, le sympathique, le corps thyroïde, les parathyroïdes, le sang? Aussi avons-nous sur d'autres chiens fait porter l'excitation des rayons directement sur le tronc du vague au cou, après avoir isolé ce nerf. Nous avons aussi varié l'expérience en laissant les deux pneumogastriques intacts, en coupant un des vagues et en irradiant l'autre, en sectionnant des deux côtés les filets accélérateurs du cœur, tout cela chez des chiens différents.

Les résultats ont été toujours de même ordre, avec des variations individuelles d'intensité.

Mieux on isole le pneumogastrique, c'est-à-dire moins on irradie simultanément d'autres organes, plus net est le résultat.

Nous avons soumis le pneumogastrique à des doses volontairement assez élevées (plusieurs milliers de R), mais les réactions sont parfois déjà très nettes vers 1.500 R.

Les résultats ont été les suivants :

1° Normalement l'excitation du tronc du pneumogastrique par le chariot de Dubois-Reymond suspend les contractions cardiaques pour une intensité déterminée chez l'animal. Après l'irradiation, pour obtenir le même effet, il est besoin d'une excitation plus intense.

2° Le réflexe oculo-cardiaque, qui tend normalement à produire la bradycardie, s'atténue et peut même disparaître complètement.

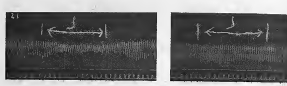
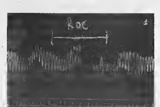


Fig. 12. — Réflexe solaire chez l'homme. Avant l'irradiation le réflexe est positif, le pouls tend à s'accélérer l'amplitude s'abaisse. Après l'irradiation le réflexe est négatif.



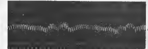


Fig. 13. — CHIEN A. Fréquence du pouls avant l'irradiation : 64. Après l'irradiation : 120. Diminution nette de l'amplitude. Chez ce sujet le réflexe oculo-cardiaque a été peu modifié.



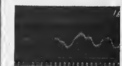


Fig. 14. — CHIEN B. Avant l'irradiation, fréquence du pouls : 72. Après l'irradiation, fréquence du pouls : 240.



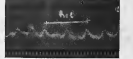


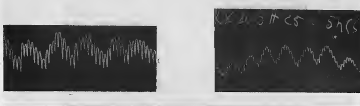
Fig. 15. — CHIEN C. Avant l'irradiation : Pouls : 124. Après l'irradiation : Pouls 174. Diminution de l'amplitude. Disparition du réflexe oculo-cardiaque. La pression passe de 13 à 15 cm.

3° Le rythme cardiaque est sensiblement modifié, la fréquence du pouls est toujours très augmentée.

4° Corrélativement l'amplitude des oscillations décroît progressivement d'une manière très manifeste.

5° La pression artérielle, par contre, semble peu touchée : elle est plutôt augmentée.

Fig. 16. Fig. 17.



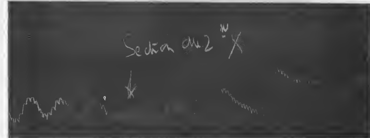


Fig. 18.

Fig. 16, 17 et 18. — Après section d'un vague et irradiation de l'autre, on note la diminution habituelle de l'amplitude des oscillations. La section du pneumo laissé intact ne diminue pas davantage les oscillations.

Au bout d'un certain temps, après cessation de l'irradiation, une heure au minimum, le nerf tend à reprendre son excitabilité primitive, l'oculo-cardiaque reparaît, les pulsations augmentent d'amplitude.

De ces expériences, les unes faites sur l'ensemble du système vago-sympathique, les autres sur le pneumogastrique rigoureusement isolé, nous croyons avoir acquis une preuve biologique de la sensibilité fonctionnelle du système neuro-végétatif et de son intervention non négligeable dans l'usage thérapeutique des radiations.

II. — J'ai trouvé intéressant de faire compléter ces recherches par un de mes élèves

et l'ai engagé à en faire l'objet de son mémoire pour l'obtention du diplôme d'électro-radiologie de la Faculté.

J'ajouterai donc ici quelques résultats que nous avons obtenus avec R. Hickel et



Fig. 19. — Le tonus vagal a été élevé par injection d'insuline. Grande amplitude des oscillations et R. O. C. très accentué.



Fig. 20. — Après irradiation, diminution d'amplitude des oscillations et du R. O. C.

qui confirment la notion des modifications que l'irradiation par les rayons peut imprimer au fonctionnement du système neuro-végétatif.

Les expériences ont toujours été faites sur le chien, et la pression artérielle prise tantôt sur la fémorale, tantôt sur la carotide à l'aide du kymographe de Ludwig. Rien n'a

été négligé pour éviter les causes d'erreur: cage de Faraday avec mise à la terre, pour éviter l'influence du champ électrique, limitation rigoureuse de la zone à atteindre avec des écrans en caoutchouc opaque.

Les clichés 16 et 17 concernent un chien dont on a coupé l'un des deux nerfs vagues,

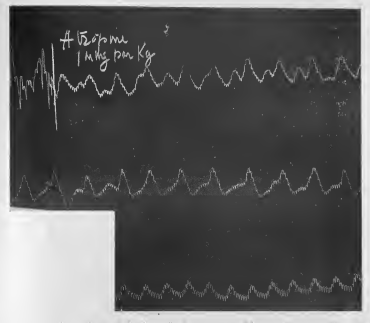


Fig. 21. — Après injection d'atropine, les oscillations diminuent d'amplitude. Puis, après irradiation du ganglion cervical, l'amplitude se relève.

et dont on irradie le nerf vague non coupé pendant une heure. On note l'énorme diminution des oscillations après l'irradiation. Quand on coupe ensuite le pneumogastrique irradié, on constate que cette nouvelle section ne diminue pas davantage l'amplitude des pulsations (fig. 18), comme si par conséquent l'irradiation avait provoqué une section physiologique du vague.

Dans d'autres expériences nous nous sommes proposé, le vague étant laissé intact

des deux côtés, de rechercher comment après élévation du tonus vagal (injection intraveineuse d'insuline) se comporte après irradiation le réflexe oculo-cardiaque. On voit d'après les courbes 19 et 20 qu'après l'injection d'insuline le R. O. C. est très accusé (fig. 19) et qu'après irradiation le R. O. C. est très sensiblement diminué en même temps que l'amplitude des oscillations se trouve très réduite (fig. 20).

Enfin, dans un dernier groupe d'expériences, on a recherché l'action des rayons sur le sympathique après inhibition du vague au moyen de l'atropine. L'irradiation a porté cette fois sur la région du ganglion cervical à la base du cou.

Le cliché 21 montre qu'après injection intraveineuse d'un milligramme d'atropine par kilogramme d'animal le pouls devient immédiatement très petit. Puis après une irradiation de 700 R environ on constate le relèvement de l'amplitude des oscillations, comme si les rayons avaient freiné l'action du sympathique.

L'objection capitale que l'on peut faire à ces expériences, c'est qu'elles ont porté sur les troncs des nerfs et non sur les centres. On se rend compte des difficultés que cette dernière recherche aurait présenté. Du reste, nous avons surtout tenu à nous mettre dans des conditions analogues à celles où on se place en radiothérapie, lorsqu'on pratique des irradiations localisées sur les organes thoraciques, comme par exemple dans les manifestations angineuses.

GANGRÈNE ARTÉRITIQUE

Action de la radiothérapie surrénale dans la gangrène artéritique [en coll. avec R. Brunet]. (*Soc. de Radiol*, février 1930.)

Un nouveau cas de gangrène artéritique chez un diabétique traité par l'irradiation de la région surrénale [en coll. avec R. Brunet]. (*Soc. de Radiol.*, janvier 1931).

Notre conception directrice d'une puissante action des rayons X sur le système sympathique dans les irradiations portées sur la région surrénale nous a amené à tenter cette thérapeutique dans les *manifestations graves* des artérites.

On sait que la surrénalectomie, préconisée par Oppel en 1921 dans l'endartérite oblitérante juvénile, réalisée plusieurs fois par Leriche, par Stuhl et Stricker, a donné quelques résultats favorables passagers sur l'élément douleur et, parfois, mais beaucoup plus rarement, a amené la rétrocession au moins momentanée des troubles trophiques à type mal perforant. La diminution des douleurs est signalée par tous les chirurgiens qui ont tenté cette opération. Mais ce n'est que dans deux cas que Stuhl et Stricker parlent de guérison de gangrène. Dans leurs autres cas, l'évolution des troubles trophiques n'a pu être arrêtée. La surrénalectomie unilatérale est par ailleurs une opération grave dont la léthalité approche de 15 p. 100.

Par la radiothérapie pararachidienne (Philips et Tunick, Delherm et Beau) et sur-

tout par la radiothérapie de la région surrénale (Langeron et Desplats), méthodes inof-



Fig. 22. — Tronc artériel calcifié dans le premier espace



Fig. 23. — Observation de M. M.... La plaie gangréneuse au 30 avril 1929, avant radiothérapie de la région surrénale.

fensives et sans mortalité, cette dernière s'attaquant aux deux surrénales, des résultats identiques ont été obtenus d'une manière assez constante sur les douleurs du syndrome

claudication intermittente et parfois sur les manifestations trophiques associées.

Les hasards de la clinique nous ont fait rencontrer quelques *cas graves* (artérite



Fig. 24. — Etat du pied en septembre 1929, après quatre séries d'irradiations.



Fig. 25. — Etat du pied en décembre 1929, après six séries d'irradiations.

oblitérante, maladie de Buerger) avec *gangrène assez étendue* que nous avons soumis à l'irradiation de la région surrénale.

Dans les trois cas que nous avons publiés et dont l'un est figuré ci-contre, nous

avons obtenu non seulement la sédation des douleurs, mais la *réparation complète* de larges plaques de gangréné qui, selon la thérapeutique chirurgicale classique, auraient

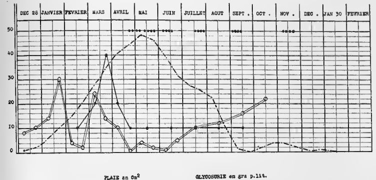


Fig. 26. — Evolution de la surface de la plaie au fur et à mesure des applications de rayons X.

exigé l'amputation. D'autres cas actuellement remarquablement améliorés, mais non encore publiés, nous donnent les plus grands espoirs sur l'efficacité de cette nouvelle thérapeutique.

Au point de vue physiologique, cette guérison ouvre des horizons nouveaux sur le rôle des surrénales dans la pathogénie des artérites.

V

ÉLECTROLOGIE

Action hydratante de l'ion Na et Cataphorèse. (*Soc. de Biol.*, 5 novembre 1927 et *Bull. de l'Acad. de Méd.*, 17 janvier 1928.)

On sait qu'un grand nombre de pathologistes s'accordent aujourd'hui pour reconnaître, conformément aux idées de Magnus Lévy, le rôle hydropigène de l'ion sodium.

Achard, Marcel Labbé, L. Blum, Mauriac et Aubel ont chacun tour à tour insisté sur la propriété inhérente à tous les sels de sodium d'être facteurs d'œdème. Dans la rétention chlorurée, c'est l'ion sodium qui aurait sinon l'exclusivité du moins la prépondérance dans la production de l'œdème.

Cette propriété hydrophile de l'ion sodium se manifeste en électrologie d'une façon courante dans le phénomène appelé cataphorèse, phénomène qui jusqu'ici n'a pas été clairement expliqué, et dont la raison nous semble précisément tenir à l'action hydratante de l'ion Na.

Lorsqu'on fait passer un courant continu à travers l'organisme, entre deux électrodes spongieuses, on constate, au bout d'un certain temps, que l'électrode positive s'est partiellement asséchée et que la négative a largement conservé son imbibition. Il en est de même des tissus qui apparaissent généralement déshydratés sous l'électrode positive, plus ou moins hydratés sous la négative. Ces caractères se rencontrent encore à un degré plus frappant dans la différence de structure des escarres qui succèdent à l'électrolyse de la peau. Au pôle positif, l'escarre est dure et sèche, au négatif molle et diffluente, suivant le terme consacré en électrologie. En électrolysant du sang *in vitro*, on obtient également une coagulation compacte au pôle positif, un coagulum mou et spumeux au négatif.

Ces faits bien connus ont été, depuis Dubois-Reymond, mis sur le compte de la cataphorèse, c'est-à-dire l'entraînement sans décomposition des molécules d'eau du pôle positif vers le négatif, ainsi que cela se produit dans l'expérience de Porret. En somme, indépendamment du transpor des ions de l'organisme des anions vers le pôle positif, des cathions vers le négatif, la cataphorèse, agissant parallèlement, expliquerait la dessiccation anodique et la madéfaction cathodique.

Or, cette explication traditionnelle de l'hydratation cathodique par la cataphorèse,

c'est-à-dire par un phénomène basé sur l'expérience de Porret, est *physiquement erronée* et doit être rejetée.

Le phénomène de Porret ne se produit en effet qu'avec des solutions non électrolytes ou faiblement électrolytes offrant une grande résistance au passage du courant, ce qui n'est évidemment pas le cas de l'organisme. D'autre part, la cataphorèse exige pour se produire *in vitro* une différence de potentiel assez élevée, bien supérieure à celle que l'on a l'habitude d'utiliser en électrothérapie courante. Enfin, le phénomène est lent : l'ascension de quelques millimètres dans un tube de Porret demande plusieurs heures. Or, en électrologie, l'imbibition cathodique *accompagne* le phénomène électrolytique.

La cataphorèse ne saurait donc être invoquée pour expliquer le phénomène d'imbibition cathodique. Mais celui-ci s'accorde parfaitement avec la propriété hydrophile de l'ion Na. L'ion Na et l'eau ont « partie liée ». L'accumulation des ions Na au voisinage de l'électrode négative tient sous sa dépendance l'hydratation des tissus.

La constatation de ce fait de pratique électrologique courante nous a paru avoir la valeur d'une véritable expérience pour appuyer la théorie du pouvoir hydratant de l'ion Na dans la physiopathologie des œdèmes.

Quelques essais thérapeutiques d'introduction intratumorale de sel de magnésie par ionisation chez les cancéreux [en coll. avec Y. L. Wickham]. (*Bull. de l'Ass. franç. pour l'étude du cancer*. Juin 1928.)

Quelques faits que nous avons observés au cours d'essais d'introduction électrolytique de l'ion magnésium, chez l'homme, bien que ne comportant encore qu'un petit nombre de cas, nous ont sur le terrain clinique paru très étroitement en harmonie avec les résultats énoncés par le Prof. Delbet.

Chez l'animal, il convient de rappeler que Borrel a attaqué localement le sarcome du rat avec divers métaux introduits électrolytiquement et que, s'il a obtenu des résultats variables avec le baryum, l'argent et le cuivre, il a obtenu la régression et la disparition à peu près constante de ces tumeurs par ionisation du plomb. Toutefois, au nombre des ions métalliques essayés par cet auteur, ne figure pas le magnésium.

C'est chez l'homme directement que nous avons institué nos tentatives. Le sel de magnésie auquel nous nous sommes adressé est le sulfate auquel les électrologistes ont coutume d'avoir recours dans la pratique de l'ionisation.

L'électrode positive, imprégnée de sel pur, en solution plus ou moins concentrée, de 10 à 50 p. 100, fut toujours appliquée au plus près de la tumeur ou des adénopathies à influencer et l'électrode indifférente, imbibée d'eau distillée, placée en une région telle que la néoplasie se trouvât autant que possible inscrite dans l'enveloppe des lignes de flux. L'intensité utilisée a varié de 2 à 10 mA ; la durée des séances de 20 minutes à une heure.

Nous n'avons du reste entrepris nos essais que sur des malades présentant des

lésions très avancées, aussi bien abandonnées par la chirurgie qu'inaptes à bénéficier de la thérapeutique par les radiations.

Chez trois de nos malades (tumeur de la base de la langue, tumeur maligne du larynx, volumineux cancer du sein), nous avons observé : 1° une amélioration manifeste des symptômes fonctionnels, en particulier des phénomènes douloureux ; 2° une régression de volume. Sans doute cette amélioration, contemporaine de chaque série d'applications, n'a-t-elle eu qu'un caractère temporaire, l'évolution néoplasique ayant retrouvé son activité peu après chaque série ; mais, si temporaire que soit cette influence de la magnésie, nos observations paraissent bien devoir lui faire attribuer une propriété frénatrice qui se trouve ainsi en bon accord avec les résultats du Prof. Delbet.

Anesthésie cutanée par introduction électrolytique de carbaïne [en coll. avec Nicolleau et Arvanitakis]. (*Soc. d'électrothérapie*, février 1928 et *Soc. de dermatologie*, février 1928.)

Dans les petites interventions courantes de la thérapeutique dermatologique et notamment dans les interventions électriques (électrolyse et électrocoagulation), il est souvent difficile de se passer de l'anesthésie locale.

Le problème de l'introduction électrolytique d'une substance anesthésiante a toujours été l'une des grandes préoccupations des électrologistes.

L'ion cocaïne a l'inconvénient de déterminer de l'anémie, quelquefois même de l'œdème et des mortifications. Quant aux anesthésiques, tels que la novocaïne ou la syncaïne, leur innocuité aurait pu en légitimer l'emploi, mais leur efficacité s'est montrée notoirement insuffisante.

La carbaïne (carbonate de l'éther paraminobenzoïque du diéthylaminoéthanol) s'est montrée par contre un anesthésique ionisable qui nous a paru répondre aux desiderata de la petite chirurgie cutanée.

En application sur la peau, la carbaïne ne produit pas d'anesthésie. Par voie électrolytique, elle diminue notablement la sensibilité douloureuse, et n'expose pas aux accidents cocaïniques.

L'anesthésie est obtenue au bout de 15 à 20 minutes. (Intensité : 2 à 10 mA. Solution à 5 p. 100.)

Nous avons utilisé ce procédé dans plusieurs cas de papillomes péniens, de verrues, de lupus avant de procéder à l'électrocoagulation, ainsi que dans quelques cas nécessitant la biopsie.

Conceptions sur la paralysie faciale au point de vue de l'électrodiagnostic et du traitement [en coll. avec Chavany]. (*Soc. d'Electroth.*, févr. 1930.)

L'observation d'un très grand nombre de paralysies faciales périphériques nous a amené à formuler, d'après les constatations cliniques et électrologiques, l'hypothèse étiologique suivante :

1° La paralysie faciale rhumatismale, *a frigore*, à laquelle s'applique le schéma d'Erb, semble bien être une *localisation d'un virus neurotrope* sur les centres nucléaires bulbaires.

Les arguments en faveur de cette thèse sont nombreux : brusquerie du début, participation du noyau du moteur oculaire externe, diplégies faciales, coïncidence avec des épidémies de poliomyélite, etc. Le schéma d'Erb est applicable à cette variété et en commande le pronostic.

2° Les paralysies faciales otitiques ont un début variable : elles n'atteignent généralement pas avec la même intensité le facial supérieur et le facial inférieur, ce que décèlent les réactions électriques.

3° Les paralysies avec syndrome géniculé sont peut-être souvent des paralysies hautes et non pas seulement des paralysies ayant pour origine la région limitée du ganglion géniculé.

Première note relative à l'action de la lumière du néon sur l'organisme [en coll. avec R. Hickel]. (*Bull. de l'Acad. de Méd.*, janvier 1931.)

Nous avons étudié les effets biologiques d'une puissante source de néon que les Laboratoires de l'« Air liquide » ont bien voulu mettre à notre disposition.

Cette source est constituée par une série de larges tubes verticaux (diamètre, 5 centimètres; hauteur, 1 m. 50) disposés circulairement en palissade. L'excitation du gaz se fait au moyen d'un transformateur à 5.000 volts.

Le spectre de cette source, indépendamment de radiations rouge-orangé intenses, comprend de nombreuses raies dans l'ultra-violet; mais celles-ci, très faibles, ne provoquent jamais d'érythème.

En irradiations générales, la lumière du néon révèle l'action excitatrice attribuée au rouge, si bien que des enfants naturellement apathiques se réveillent et deviennent enjoués. Chez les enfants anémiques ou hypotrophiques, on note un rapide accroissement du nombre des globules rouges et, avec une constance remarquable, une rapide ascension pondérale, très supérieure à celle que l'on observe avec les sources actiniques ordinaires.

VI

VARIA

La Spectrographie des Rayons X. Revue générale et de mise au point. (*Journal de Radiologie et d'Electrologie*, août 1926.)

Conférence sur les Accidents de l'Electricité industrielle et domestique. (Journées médicales de Bruxelles, 1926, in *Bruxelles Médical*, 3 oct. 1926.)

Conférences sur les Accidents de l'Electricité industrielle et domestique. (Conservatoire des Arts et Métiers, 1927.)

Conférence sur les Accidents de l'Electricité industrielle et domestique, par invitation de la Faculté de Médecine de Barcelone, 1927.

La radiothérapie des névralgies [en coll. avec Cottenot]. (*Journal de Radiologie et d'Electrologie*, juillet 1926.)

L'ionisation et ses applications analgésiques. Revue générale critique. (*Journal d'Actinologie et de Physiothérapie*, janvier 1929.)

Angiopathies et diathermie. (*Progrès médical*, 22 oct. 1927.)

La radiothérapie du lichen plan [en coll. avec Cottenot]. (*Presse médic.*, 4 mai 1927.)

La radiosensibilité des tissus nerveux [en coll. avec Chavany]. (*Journal de Radiologie et d'Electrologie*, août 1930.)

THÈSES INSPIRÉES

Monthakab : *Le traitement des névralgies brachiales par la radiothérapie radiculaire*, 1928.
Prost (Mlle) : *Thérapeutique de l'asthme par la radiothérapie*, 1928.
Baude (Mme) : *Un chapitre de radiothérapie endocrinienne. Rayons X et surrénale*, 1929.
Hickel : *Réactions. Incidents, Accidents de l'ultraviolet*, 1929.
Lachowski : *Troubles algotrophiques et radiothérapie*, 1929.

INDEX CHRONOLOGIQUE

1926-1930

La spectrographie des rayons X. *Journ. de Radiol. et d'Electrol.*, août 1926.

Sur une nouvelle méthode de production de l'hérapathite. *C. R. Ac. des Sc.*, 3 mai 1926.

Production de surfaces polarisantes par dépôt d'hérapathite sur lames verticales (en coll. avec Max. Coutin). *C. R. Ac. des Sc.*, 17 mai 1926.

La radiothérapie des névralgies (en coll. avec Cottenot). *Journ. de Radiol. et d'Electrol.*, juillet 1926.

Conférence sur les accidents de l'électricité industrielle et domestique. *Bruxelles Méd.*, 3 octobre 1926.

La radiothérapie du lichen plan (en coll. avec Cottenot). *Presse Méd.*, 4 mai 1927.

Radioscopie dans la tuberculose. *Soc. d'études scientif. de la tuberculose*, 14 mai 1927.

Angiopathies et diathermie. *Progrès Méd.*, 22 octobre 1927.

Hydratation des ions en électrologie. *Soc. de biol.*, 5 novembre 1927.

Radiobiologie et radiothérapie des surrénales. *Bull. Acad. Méd.*, 8 novembre 1927.

Radioscopie dans la tuberculose. *Revue de la Tuberculose*, décembre 1927.

Conférences sur les accidents de l'électricité industrielle et domestique. Conservat. des Arts et Métiers, 1927.

Conférence sur les accidents de l'électricité industrielle et domestique, Barcelone, 1927.

Hydratation des ions en électrologie. *Bull. Acad. Méd.*, 17 janvier 1928.

Radiobiologie et radiothérapie des surrénales. *Œuvre Médic.*, mars 1928.

Anesthésie cutanée par introduction électrolytique de carbaine (en coll. avec Nicolleau et Arvanitakis). *Soc. d'Electroth.*, 28 février 1928.

Note préliminaire sur les modifications de l'excitabilité du système organo-végétatif sous l'influence des radiations (en coll. avec Chailley-Bert). *Bull. Acad. Méd.*, 29 mai 1928.

Quelques essais thérapeutiques d'introduction intratumorale de sel de magnésie par ionisation chez les cancéreux (en coll. avec Y. L. Wickham). *Bull. Ass. fr. pour l'étude du cancer*, juin 1928.

Kyste dentifère de la branche montante par inclusion de la dent de sagesse chez une femme de 63 ans (en coll. avec Leibovici). *Soc. de Radiol.*, janvier 1929.

Guérison par la radiothérapie d'un cas de troubles algo-trophiques consécutifs à une section partielle du sciatique (en coll. avec Lachowski). *Soc. de Radiol.*, janvier 1929.

L'ionisation et ses applications analgésiques. *Revue d'actinologie et de physiothérapie*, janvier 1929.

Nouvelle note relative à l'action biologique des rayons X sur le vague (en coll. avec Chailley-Bert). *Bull. Acad. Méd.*, 15 janvier 1929.

Radiothérapie et radiobiologie des surrénales (en coll. avec Mme Baude). *Presse Méd.*, 6 mars 1929.

Expériences pour déterminer l'action des radiations sur le système neuro-végétatif (en coll. avec Chailley-Bert). *Soc. de Radiol.*, mars 1929.

Action des radiations sur l'excitabilité vagale (en coll. avec Chailley-Bert). *Soc. de Biol.*, 9 mars 1929.

Conceptions sur la paralysie faciale au point de vue électrodiagnostic et traitement (en coll. avec Chavany). *Soc. d'Electroth.*, février 1930.

Radiothérapie surrénale dans les gangrènes artéritiques (en coll. avec Brunet). *Soc. de Radiol.*, février 1930.

Chronaximètre Brillouin-Zimmern. Soc. d'Electroth, avril 1930.

La radiographie dans les lésions discrètes du poumon (en coll. avec Arvanitakis). *Soc. d'études scientif. de la tuberc.*, juin 1930.

Chronaximètre Brillouin-Zimmern. Journ. de Radiol. et d'Electrol., juillet 1930.

La radiosensibilité des tissus nerveux (en coll. avec Chavany). *Journ. de Radiol. et d'Electrol*, août 1930.

Diagnostic et thérapeutique électroradiologiques des affections du système nerveux, 1 vol. de 654 p. et 254 fig. Masson et Cie, Paris, 1930.

Un nouveau cas de gangrène artéritique chez un diabétique traité par l'irradiation de la région surrénale (en coll. avec Brunet). *Soc. de Radiol.*, janvier 1931.

La radiographie dans les lésions discrètes du poumon (en coll. avec Arvanitakis). *Journ. de Radiol. et d'Electrol.*, janvier 1931.

Première note relative à l'action de la lumière du néon sur l'organisme (en coll. avec R. Hickel). *Bull. Ac. Méd.*, janvier 1931.

34017. — A. Maretheux et L. Pactat, imp., 1, rue Cassette, Paris. — 1931.